

(19) BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

(12) Offenlegungsschrift  
(11) DE 3824057 A1

(51) Int. Cl. 5:  
F04D 15/00  
F 04 B 49/06

(21) Aktenzeichen: P 38 24 057.2  
(22) Anmeldestag: 15. 7. 88  
(43) Offenlegungstag: 25. 1. 90

Behördensigantum

(71) Anmelder:  
Loewe Pumpenfabrik GmbH, 2120 Lüneburg, DE  
  
(74) Vertreter:  
Struck, W., Dipl.-Ing. Dr.-Ing., Pat.-Anw., 2080  
Pinneberg

(72) Erfinder:  
Bohn, Heinz, Dipl.-Phys., 2127 Rullsdorf, DE

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

(54) Verfahren zur Regelung des Betriebes von Pumpen

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Regelung des Betriebes von Pumpen auf einer Ortslinie aus einer Schar von Ortslinien, die aus Betriebspunkten der Förderhöhe über dem Förderstrom bestehen und bezweckt die bei der Regelung auf Konstante oder geführte Förderhöhe an oder in der Pumpe oder im Fördermedium zur Ermittlung von für die Regelung verwertbarer Werte verwendeten besonderen mehr oder weniger aufwendigen, störanfälligen und teuren Sensoren völlig in Fortfall kommen lassen zu können.

Erfnungsgemäß wird dazu vorgeschlagen, weder im Fördermedium noch in oder an der Pumpe oder am Motor Meßgrößen mittels besonderer Sensoren, sondern lediglich Meßwerte von der elektrischen Stromzuführung also der Netzeleitung zum Motor abzunehmen, daraus einen Parameter zu ermitteln, der der Ortslinie aus der Förderhöhe über dem Förderstrom entspricht und ein Stellglied wie Phasenanschnittssteuerung, Frequenzumrichter oder dgl. zur Drehzahlverstellung der Pumpe bzw. des Pumpenmotors in der Weise zu verstellen, daß die so ermittelte Ist-Ortslinie mit der Soll-Ortslinie übereinstimmt.

DE 3824057 A1

DE 3824057 A1

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Regelung des Betriebes von Pumpen auf einer Ortslinie aus einer Schar von Ortslinien, die aus Betriebspunkten der Förderhöhe über dem Förderstrom bestehen.

Es ist bekannt, elektromotorisch angetriebene Pumpen, insbesondere in Heizungssystemen, in der Weise zu betreiben, daß nach Messung einer Druckdifferenz an der Pumpe oder einer anderen geeigneten Stelle der Betrieb auf eine Konstante oder auch geführte Druckdifferenz geregelt wird oder daß nach Messung der Pumpendrehzahl und der Stromaufnahme des Motors ein Wert für die Ist-Förderhöhe ermittelt und damit nach der Förderhöhe geregelt wird. In allen Fällen werden bei der Regelung auf Konstante oder geführte Förderhöhe an oder in der Pumpe oder im Fördermedium zur Ermittlung von für die Regelung verwertbarer Werte besondere mehr oder weniger aufwendige, störanfällige und teure Sensoren verwendet.

Durch die Erfindung soll die Aufgabe gelöst werden, diese Sensoren völlig in Fortfall kommen lassen zu können.

Erfnungsgemäß wird dazu bei einem Verfahren der eingangs genannten Art vorgeschlagen, weder im Fördermedium noch in oder an der Pumpe oder am Motor Meßgrößen mittels besonderer Sensoren, sondern lediglich Meßwerte von der elektrischen Stromzuführung also der Netzzuleitung zum Motor abzunehmen, daraus einen Parameter zu ermitteln der der Ortslinie aus der Förderhöhe über dem Förderstrom entspricht und ein Stellglied wie Phasenanschnittssteuerung, Frequenzumrichter oder dergl. zur Drehzahlverstellung der Pumpe bzw. des Pumpenmotors in der Weise zu verstehen, daß die so ermittelte Ist-Ortslinie mit der Soll-Ortslinie übereinstimmt.

Die Meßwerte, die von der elektrischen Stromzuführung zum Pumpenmotor genommen werden, sollen der Strom, die Wirkleistung und die Frequenz im Bereich Null bis Netzfrequenz z.B. 50 Hz, die durch den Schlupf des Motors als Störung entsteht sein und/oder andere Frequenzen, die sich als Linearkombination von dieser und der Netzfrequenz ergeben.

Zur Durchführung des erfungsgemäßen Verfahrens wird der elektrische Strom in kurzen Zeitabständen mehrmals pro Periode gemessen. Mindestens sollen bei etwa stationärem Betrieb mehrere Stromwerte über eine Periode durch geeignete Mittelwertbildung über mehrere Perioden hinweg möglichst genau gemessen werden.

Aus diesen Stromwerten und der Messung der elektrischen Spannung mindestens bei der Annahme eines sinusförmigen Spannungsverlaufs durch Messung der max. oder effektiven Spannung und des Nulldurchgangs mit der Phasenlage zu den Stromwerten, wird die Wirkleistung ermittelt, also die vom Motor effektiv aufgenommene Leistung. Als unabhängige Meßgröße wird eine Frequenz ermittelt. Dazu wird eine Frequanzanalyse im Bereich 0 Hz bis 50 Hz vorgenommen. Das Frequenzspektrum wird bewichtet, um die Meßfehler bei dieser Frequanzanalyse auszugleichen. Schließlich wird die Frequenz mit der größten Amplitude (genau: die Mittelfrequenz eines resonanzartigen Amplitude-über-Frequenz-Verlaufs) ermittelt.

Aus dieser Signalfrequenz kann der prozentuale Schlupf des Motors ermittelt werden. Für Kurzschlußläufer gilt:

$$\text{Schlupf} = \frac{\text{Signalfrequenz (Hz)}}{2 \cdot \text{Netzfrequenz (Hz)}} \cdot 100\%$$

5 Diese Methode ermöglicht eindeutige Schlupf-Messungen zwischen 0% und ca. 40% (entsprechend 100% bis ca. 60% Drehzahl) mit der Frequanzanalyse in einer Phase bei Drehstrommotoren oder der einphasigen Netzzuleitung bei Wechselstrommotoren; für größeren 10 Schlupf kann bei Drehstrommotoren in mehreren Phasen der Strom für die Frequanzanalyse gemessen werden bzw. bei Wechselstrommotoren zusätzlich der Strom in die Kompensationswicklung, falls dieser Schlupfbereich überhaupt noch interessiert.

15 Die Ursache für diese Signalfrequenz liegt in der Rückwirkung des Rotors auf die Statorwicklung. Macht der Rotor eine Umdrehung gegenüber dem umlaufenden Feld an Schlupf, so wird dabei zweimal ein maximales Gegenfeld mit entsprechender Stromreduktion aufgebaut.

20 Die Ermittlung von Wirkleistung und Schlupf ermöglicht die Regelung des Pumpenbetriebes auf einer Ortslinie, die nachfolgend mit Bezug auf die beiliegenden Diagramme beschrieben werden soll. Für den zumeist interessierenden Betriebsbereich bei nicht zu flacher Rohrnetzkennlinie wird so eine Regelung auf konstante oder mit steigendem Förderstrom eventuell leicht erhöhte Förderhöhe möglich.

25 Als Ortslinie wird im Rahmen der vorliegenden Erfin- 30 dung eine besonders festgelegte Menge von Betriebspunkten als Funktion von Wirkleistung und Schlupf bezeichnet.

35 1. Der Punkt mit minimaler Leistungsaufnahme bei konstantem Schlupf entsteht bei steiler Rohrnetzkennlinie ohne oder nahezu ohne Wasserdurchsatz und gibt diese Nullförderhöhe an.

40 2. Der Punkt mit maximaler Leistungsaufnahme bei konstantem Schlupf zeigt auf den maximalen Förderstrom bei diesem Schlupf, bis zu dem noch ein Betrieb mit nahezu konstanter Förderhöhe möglich ist.

45 3. Aus dem Anstieg der Leistungsaufnahme bei konstantem Schlupf wird ein Wert für den relativen Förderstrom bezogen auf den vorg. maximalen Förderstrom (s. 2.) abgeleitet (z.B. durch Dreisatz). Daraus läßt sich über die Annahme einer typischen quadratischen Pumpenkennlinie (Maximum bei Nullförderhöhe nach 1. und abgesunken auf Nullförderhöhe/2 im Punkt maximalen Förderstromes gemäß 2.) der Sollschlupf errechnen, der das Einhalten der relativen Förderhöhe (entsprechend der Nullförderhöhe nach 1.) erreichen läßt.

50 Das Stellglied "Drehzahlsteller" wird nun solange verstellt, bis der Ist-Schlupf mit dem Soll-Schlupf übereinstimmt. Hierbei ist in der iterativen Berechnung berücksichtigt, daß der veränderte Ist-Schlupf eine neue minimale Leistungsaufnahme (1) und eine Neuberechnung von relativem Förderstrom und Sollschlupf zur Folge hat (siehe 3. Abs. 1). Der Einfluß des ermittelten relativen Förderstromes auf die Berechnung des Soll-Schlupfes entscheidet über die Förderhöhe als Funktion über den Förderstrom.

55 60 65 4. Überschreitet der Förderstrom bei konstantem Schlupf den Förderstrom mit max. Leistungsaufnahme (2), so ist eine Regelung auf konstante Förderhöhe mit der hier beschriebenen Methode nicht

mehr möglich.

Da nach 1. und 3. das Systemverhalten bei gemessenen Schlupf und Leistungsaufnahme festliegt, ergibt sich näherungsweise eine Regelung auf konstanten Förderstrom in diesem Betriebsbereich. 5

**Patentansprüche**

1. Verfahren zur Regelung des Betriebes von Pumpen auf einer Ortslinie aus einer Schar von Ortslinien im Förderhöhe-Förderstrom-Diagramm, dadurch gekennzeichnet, daß allein von der elektrischen Stromzufuhr zum Antriebsmotor der Pumpe Meßwerte genommen werden, daß daraus ein Parameter ermittelt wird, der der Ortslinie entspricht und daß ein Stellglied zur Drehzahlverstellung der Pumpe bzw. des Pumpenmotors in der Weise verstellt wird, daß die so ermittelte Ist-Ortslinie mit der Soll-Ortslinie übereinstimmt. 10
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Meßwerte von der elektrischen Stromzufuhr (vom Netz zum Motor) der Strom, die Wirkleistung sowie eine Frequenz im Bereich von Null bis zur Netzfrequenz oder darüber sind. 25
3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß als Meßwert die durch den Schlupf des Motors als Störung entstehende Frequenz dient. 20
4. Verfahren nach Anspruch 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß das Stellglied eine Phasenabschnittssteuerung oder ein Frequenzumrichter ist. 30

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

35

40

45

50

55

60

65

